

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

Yvonne Isakas

ANVÄNDNING AV 3D VID KONSTRUKTION AV LÄTTVIKTSSKOTT I
SEGELBÅTAR OCH EN JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE METODER

Examensarbete 2010

ABSTRAKT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma, Utbildningsprogrammet för båtbranchen

ISAKAS YVONNE

ANVÄNDNING AV 3D VID KONSTRUKTION AV LÄTTVIKTSSKOTT I
SEGELBÅTAR OCH EN JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE METODER

Handledare: Lektor Tapio Pilhjerta, lektor Terho Halme

Ingenjörsarbete: 45 sidor

Mars 2010

Nyckelord: 3D, segelbåt, konstruktion

Konstruktionsplanering av segelbåtar har utvecklats under årens lopp från handritade linjeritningar till avancerade 3D-modeller.

Målsättningen med detta examensarbete är att visa hur lättviktsskott konstruerades tidigare i 2D och hur man modellerar dessa i 3D i dagens läge. Samtidigt påvisades både fördelar och nackdelar med 3D jämfört med tidigare metoder. Både hur konstruktionsarbetet sker med 3D, hur tillverkningen sker vid snickeriet och hur det har inverkat på monteringen.

Framtidsvisioner för 3D både inom konstruktionsarbetet och inom produktionen togs fram, främst därför den befintliga 3D-informationen utnyttjas med ändrade arbetsrutiner inom produktionen för att vinna tid och bättre precision.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Degree program in Boat Manufacturing

ISAKAS YVONNE

THE USE OF 3D-MODELLING IN CONSTRUCTION OF LIGHTWEIGHT
BULKHEADS IN SAILING YACHTS COMPARED WITH EARLIER
METHODS

Supervisor	Tapio Pilhjerta Senior Lecture, Tero Halme Lecture
------------	---

Bachelor's Thesis	45 pages
-------------------	----------

March 2010

Keywords	3D, sailing yachts, design
----------	----------------------------

Construction planning of sailing yachts has been developed during the years from drawings made by hand to advanced 3D-models.

The purpose with this work was to describe how lightweight bulkhead was designed earlier in 2D and how it is modeled in 3D today.

Advantages and disadvantages with 3D were also described and compared to earlier methods, considering construction planning, manufacturing at a joinery and assembly in a boat.

There is also a look at the vision of future both in construction and production phases, mostly how to use the existing 3D-information in changing work routines to win time and better precision.

INNEHÅLL

1 INLEDNING.....	7
1.1 Uppgift:.....	7
1.2 Företaget Nautor	7
1.3 Organisationsuppbyggnad.....	8
1.3.1 Sales och NPD	9
1.3.2 Technical Office	9
1.3.3 Projektorganisation	9
1.4 Tillvekning och montering.....	10
1.4.1 Lamineringen i Kållby.....	10
1.4.2 Snickeriet i Kronoby.....	10
1.4.3 Underleverantörer.....	10
1.4.4 Montering vid BTC.....	10
2. ALLMÄN BAKGRUND.....	11
2.1 Vad är ett lättviktsskott	11
2.2 Basuppgifter när ett projekt startar upp för konstruktion.	11
2.2.1 Linjeritningar.....	15
2.2.2 Konstruktionsritningen	16
3. HUR MAN KONSTRUREADE LÄTTVIKTSSKOTT FÖRE 3D	17
3.1 Handritade ritningar	17
3.1.2 Tillverkning enligt handritade ritningar	17
3.2 Konstruera skott med dator i 2D	18
3.2.1 Måttställning av skott på 2D-ritning	18
3.2.2 Utsågning av skott enligt 2D-ritningar	19
4. KONSTRUERA I 3D.....	20
4.1 Programvaran SolidWorks.....	20
4.2 Användning av 3D-modeller	20
4.2.1 Skrov i 3D.....	20
4.2.2 3D-modellering av skott	21
4.3 Förklaring av tekniska ord	21
5. SKOTTUPPBYGGNAD MED INTERNAL PARTS I ASSEMBLYFIL	23
5.1 Modellera stylingpart Skott NSB1.part	23
5.2 Assemblyfilen	27
5.3 Tillvekningsritningen i 3D.....	33
5.4 Filer för CNC-fräs.....	35
6 FÖRDELAR MED 3D JÄMFÖRT MED 2D.....	37

6.1 Vid konstruktionsplaneringen	37
6.1.1 Ökad precision	37
6.1.2 Fel och misstag undviks	38
6.1.3 Samarbete med övriga konstruktörer i 3D-modellen	38
6.2 Vid snickeriet.....	38
6.2.1 CNC-fräsning av skottdelar ökar precisionen	38
6.2.2 Minskad arbetstid vid tillverkning av skott.....	39
6.3 Vid monteringen.....	39
7 NACKDELAR MED 3D JÄMFÖRT MED 2D	39
7.1 Vid konstruktionsplaneringen	39
7.1.1 Tidskrävande.....	39
7.1.1 Datorkapacitet och programmets instabilitet	40
7.1.2 Uppgörande av monteringsritningar	40
7.2 Vid snickeriet.....	40
7.3 Vid monteringen.....	40
8 FRAMTIDEN MED 3D	41
9 SLUTDISKUSSION	42
KÄLLFÖRTECKNING.	43
BILDFÖRTECKNING.....	44

FÖRORD

Detta examensarbete är gjort våren 2010 vid Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu utbildningsprogram för båtbranchen.

Arbetet är gjort vid Nautor och undersökningsarbetet har till en del utförts som normal 3D-konstruktionsarbete vid inredningsavdelningen.

Jag vill tacka alla kolleger, tidigare kolleger med flera, som har hjälpt mig genom att svara på mina frågor och mail. Jag vill också tacka Tapio Pilhjerta som varit min handledare på KYAMK.

1 INLEDNING

1.1 Uppgift

Människor har i alla tider byggt båtar av olika modeller och på olika sätt. Tidigare byggdes skeppen efter erfarenhet och användandet av skeppsmodeller och ritningar har först kommit till användning allmänt under 1800-talet.

När Nautor uppstod ritade Sparkman & Stephens den första Swan 36 med linje och spantritningar på papper och man byggde efter det. Datoranvändningen kom in på 1990-talet och då utvecklades 2D-ritande. I början av 2000-talet, införskaffades Solidworks och man började känna på 3D-konstruerande. Detta har utvecklats fram till idag och i detta examensarbete skall jag jämföra en del av 3D-konstruerande mot det tidigare 2D. Då har jag valt endast en del av en hel båts konstruktioner nämligen lättviktsskott.

I dagens läge när en väldigt stor del av båtarnas konstruktion sker i 3D, har mycket av diskussionerna varit om att vad är nyttan och tidsinbesparingen av dagens förfarande jämfört med tidigare sätt.

I senare delen av arbetet finns beskrivet för- och nackdelar med 3D-konstruerandet och hur det har inverkat på produktionen samt några kommentarer om hur man kan utveckla detta i framtiden.

1.2 Företaget Nautor

Nautor Swan är tillverkare av lyxsegelbåtar och är beläget i Österbotten, med produktionshallar i Jakobstad, Pedersöre och Kronoby.

Nautor grundades av Pekka Koskenkylä 1967, och under årens lopp har över 2000 lyxsegelbåtar i storleksklassen 36-131 fot lämnat varvet och namnet Swan har blivit världskänt i branschen.

Nuvarande ägare är i huvudsak familjen Ferragamo och företaget har närmare 400 anställda.

1.3 Organisationsuppbyggnad

Nautor har en omfattande strukturuppbyggnad som består av All Over Management, Operations och Production.

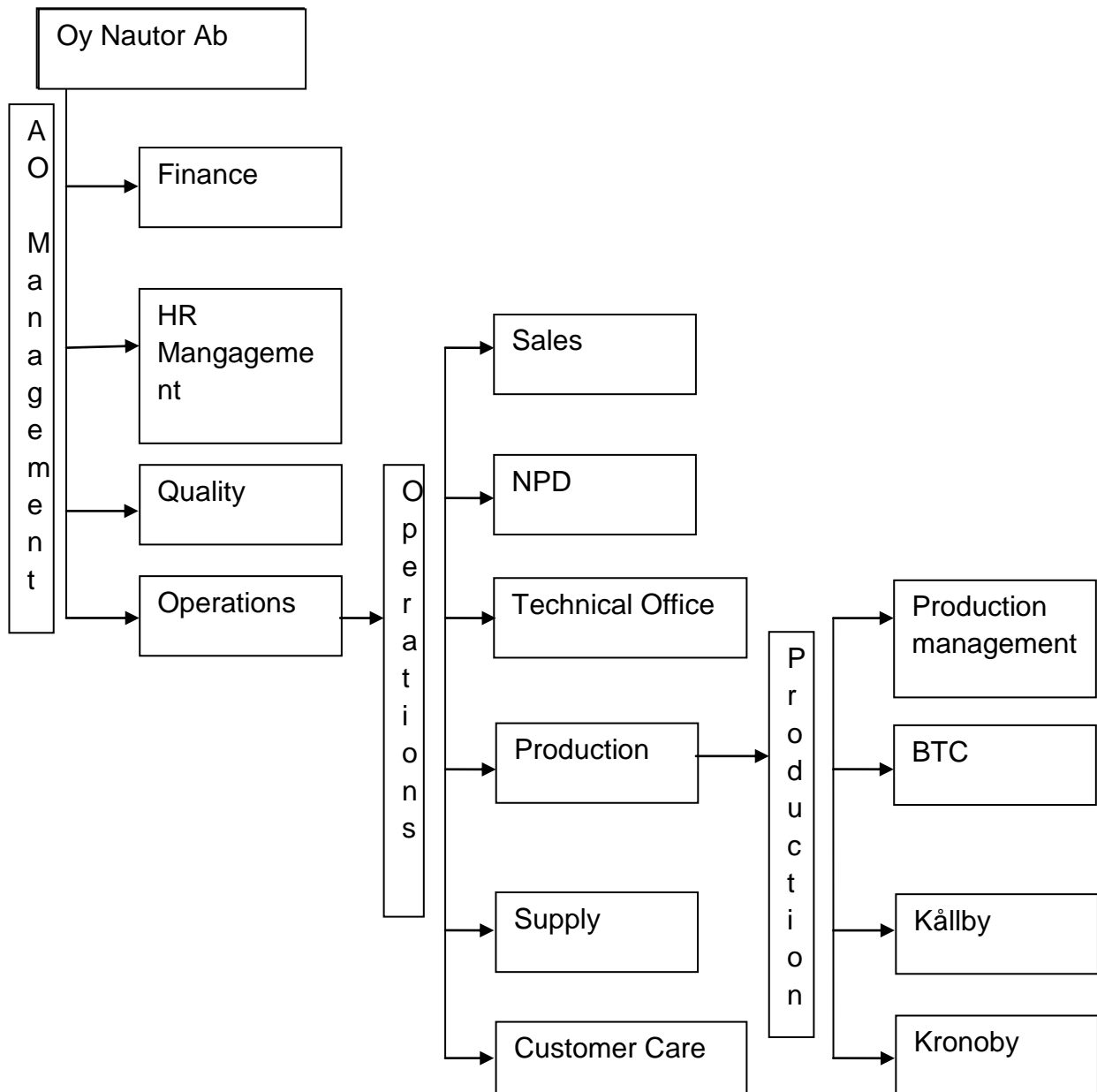


Bild 1. Diagram på organisationsuppbyggnad vid Nautor

1.3.1 Sales och NPD

När en ny båtmodell har preliminärt undersökts och tagits fram och Nautors styrelse har godkänt satsningen, startar förplaneringen på NPD (new produkt department). Nu volymplaneras kabinerna, tekniska utrustning planeras in, samt konstruktionsdimensionering av båten för att man skall få en teknisk helhetsbild av projektet. Samtidigt sker också en lansering av båten för att hitta kunder för projektet. Här används layoutritningar, segelplan, specifikationer och 3D-renderingar för få intresse för projektet.

När en kund skrivit på kontraktet och man har ett verkligt projekt som skall in i produktionen, flyttas planeringen över från NPD till Technical Office och konstruktionsplaneringen tar vid.

1.3.2 Technical Office

Technical office består av fyra grupper ss skrov och däck, inredning, el och vvs-ventilation och här görs konstruktionsplaneringen.

Skrov och däck gör konstruktionsritningar till lamineringsavdelningen i Kållby. De gör också upp ritningar på mekaniska delar som antingen tillverkas i produktionen eller köps in av underleverantörer.

Både vvs-gruppen och elgruppen gör upp ritningar som ligger till underlag för inköpet att köpa in el och vvs-komponenter. De gör också upp ritningar hur dessa skall monteras i båten.

Inredningsgruppen gör tillverkningsritningar på inredningen som sänds till snickeriet och där tillverkas färdiga komponenter som senare monteras i båtarna. Inredningsgruppen gör också upp monteringsritningar för inredningen.

1.3.3 Projektorganisation

Projektet får en projektorganisation med project manager, konstruktörer, arbetsledare mfl som är med i projektet under hela projektets gång. Man håller kontinuerliga möten för att kunna leda och föra projektet vidare.

1.4 Tillverkning och montering

Produktionen är uppbyggd så att komponenter till båtarna förtillverkas vid lamineringen i Kållby, vid snickeriet i Kronoby och hos underleverantörer. Underleverantörsarbeten kan vara från specialkonstruerade elkomponenter, färdigt utskurna plåtbitar till hela riggar.

1.4.1 Lamineringen i Kållby

Vid lamineringen i Kållby tillverkas alla glasfiberdelar, från skrov, däck, skott till de minsta intäkningsdetaljerna. Materialet är både kolfiber och glasfiber beroende på vad som önskats från konstruktionen och olika tillverkningsmetoder används också.

1.4.2 Snickeriet i Kronoby

Snickeriet i Kronoby tillverkar inredningen och skott efter de ritningar som inredningsavdelningen har gjort. I dagens läge finns en hel del möbelritningar gjorda i 3D, så fräsfilen har blivit uppgjorda för CNC-fräsen och plana skivdelar fräses och övriga formlimmade, massiva trädelar tillverkas enligt tidigare arbetsmetoder. Inredningen är ihopmonterad till större moduler redan vid snickeriet, så att monteringen i båten sker betydligt snabbare.

1.4.3 Underleverantörer

De komponenter och delar som inte tillverkas vid Nautor beställs antingen av kontrakterade underleverantörer eller mot offertförfrågan av olika tillverkare. Detta handhas av supply eller inköpsavdelningen och de gör inköp på basen av konstruktionsavdelningens ritningar och materiallistor.

1.4.4 Montering vid BTC

Vid BTC monteras båtarna ihop med delar från de övriga avdelningarna och underleverantörerna till lyxiga högklassiga segelbåtar.

Materialet levereras efter uppgjorda tidsplaner och monteringen och arbeten utförs i rätt ordning, så man får maximalt utnyttjat både tid, kapacitet hos arbetsstyrkan samt utrymmet i båten.

2. ALLMÄN BAKGRUND

2.1 Vad är ett lättviktsskott

För att båtskrovet skall klara av att hålla emot trycket av vattnet, så behövs förstärkningar i båten. Det kan dels vara tvärgående skott, stringers, bottenbalkar och ramar (frames). Skotten är av två typer, dels konstruktionsskott och dels lättviktsskott.

Lättviktsskottens funktion är att dela av utrymmen i båten i olika kabiner. Det finns inga krav på att lättviktsskotten skall förstyyva skrovet utan kraven på lättviktsskotten är att dess utseende (material) följer inredningen, att man skall kunna fästa inredningar och dörrar i dem, samt att de klarar av en viss ljudisolering.

I dagens läge består ett lättviktsskott av en tunn teakfaner (eller annan önskad träslag) som är limmad på en plywoodskiva, kärna av divinycell, H80, och motsvarande plywoodskiva med teakfaner på andra sidan. Denna typ av lättviktsskott eller sandwichskott med divinycell började komma in i båtarna i mitten av 1980-talet.

2.2 Basuppgifter när ett projekt startar upp för konstruktion

En båtkonstruktör, tex German Frers byrå, gör upp en koncept på en båtmodell tillsammans med Nautor och sänder oss ritningar på den. Dessa ritningar är skrov och däckslinjer, köl- och roderlinjer. Tidigare var dessa ritningar i 2D men i dagens läge är de 3D-modellerade i Rhinoceros.

De levererar ännu ritningar på däckspan, preliminär interiör och segelplan och de kommer i AutoCadformat.

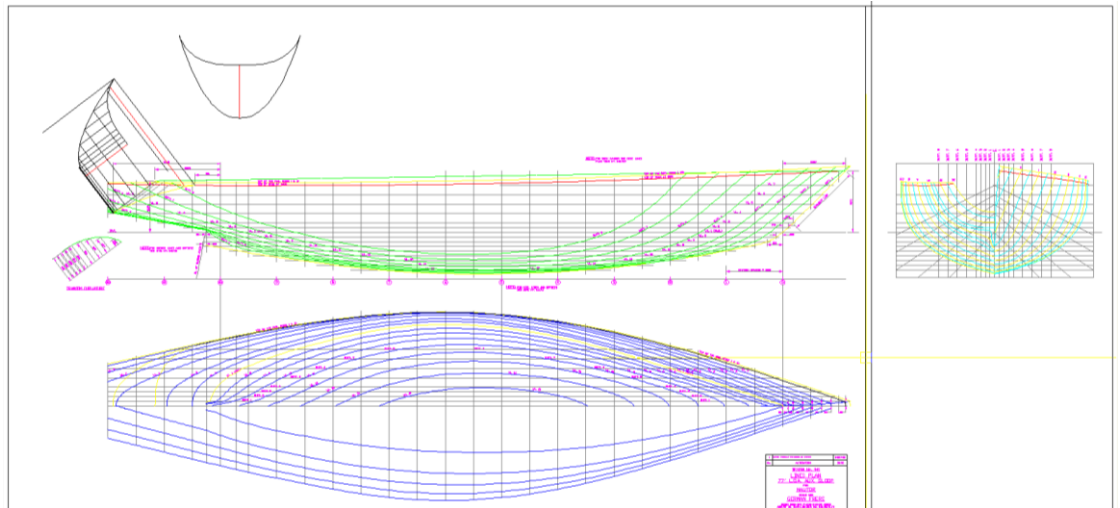


Bild 2. Linjeritning Frers 77 Nr 941

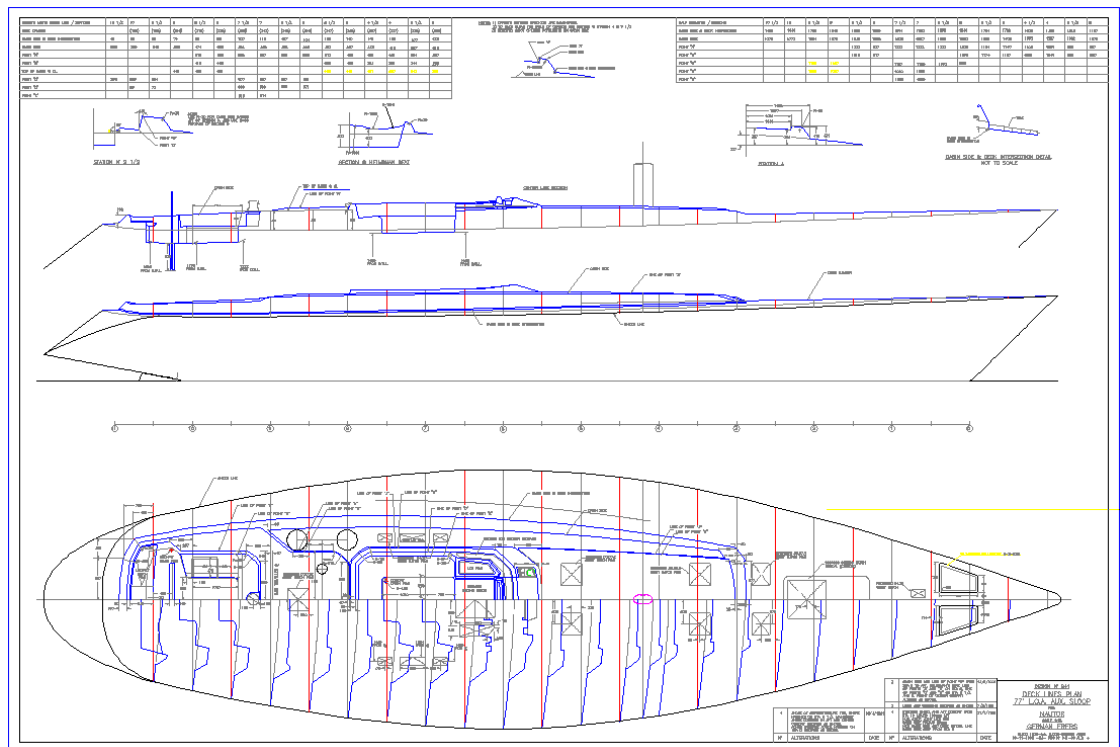


Bild 3. Däckslinjeritning Frers 77 Nr 941

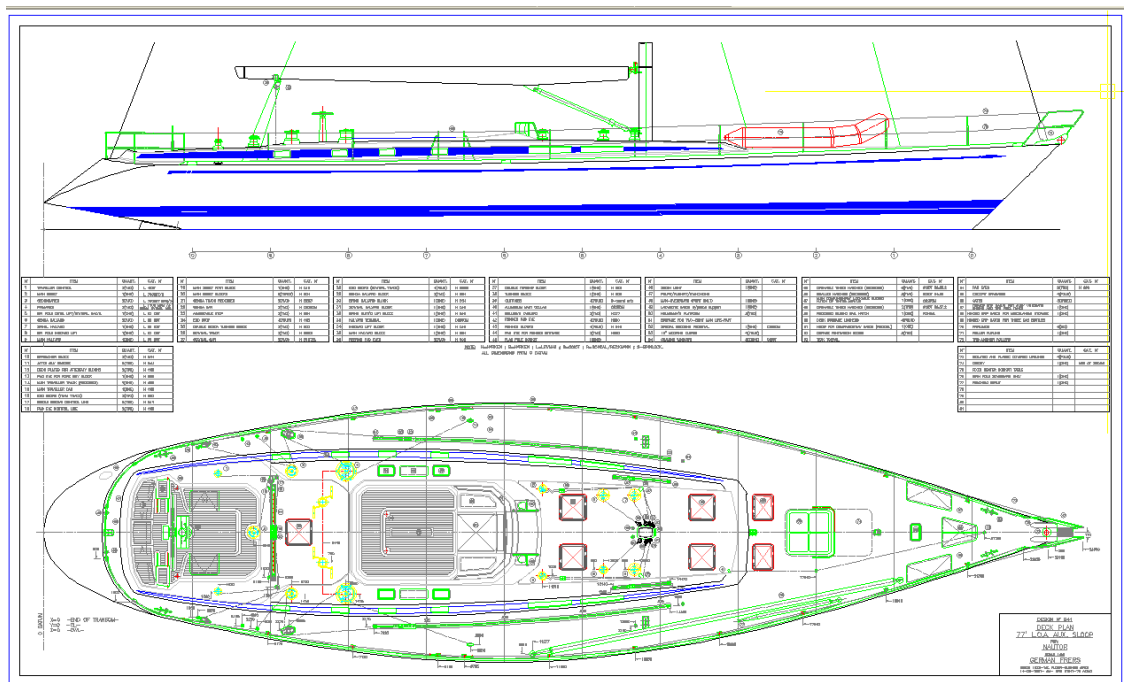


Bild 4. Däcksplan Frers 77 Nr 941

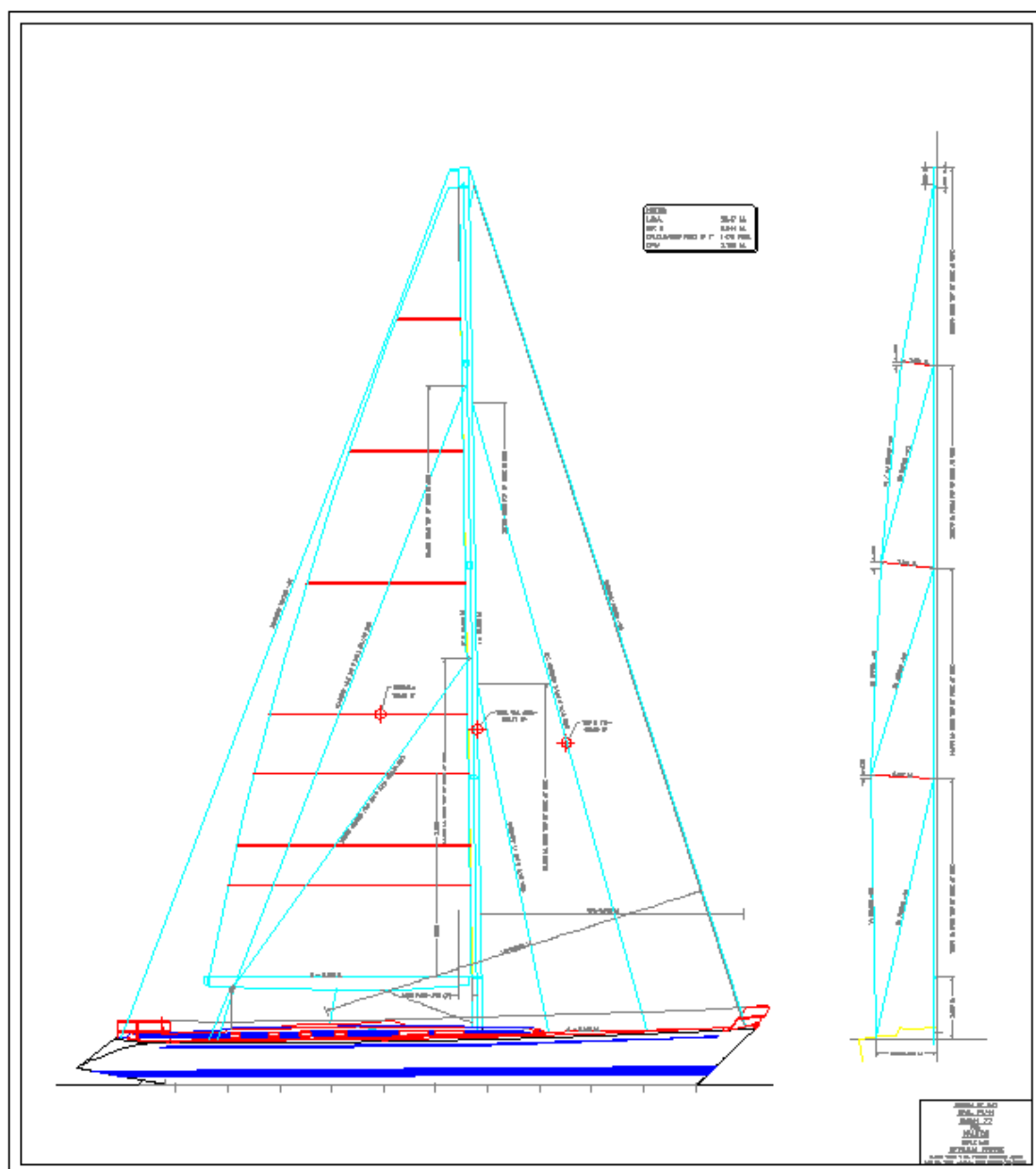
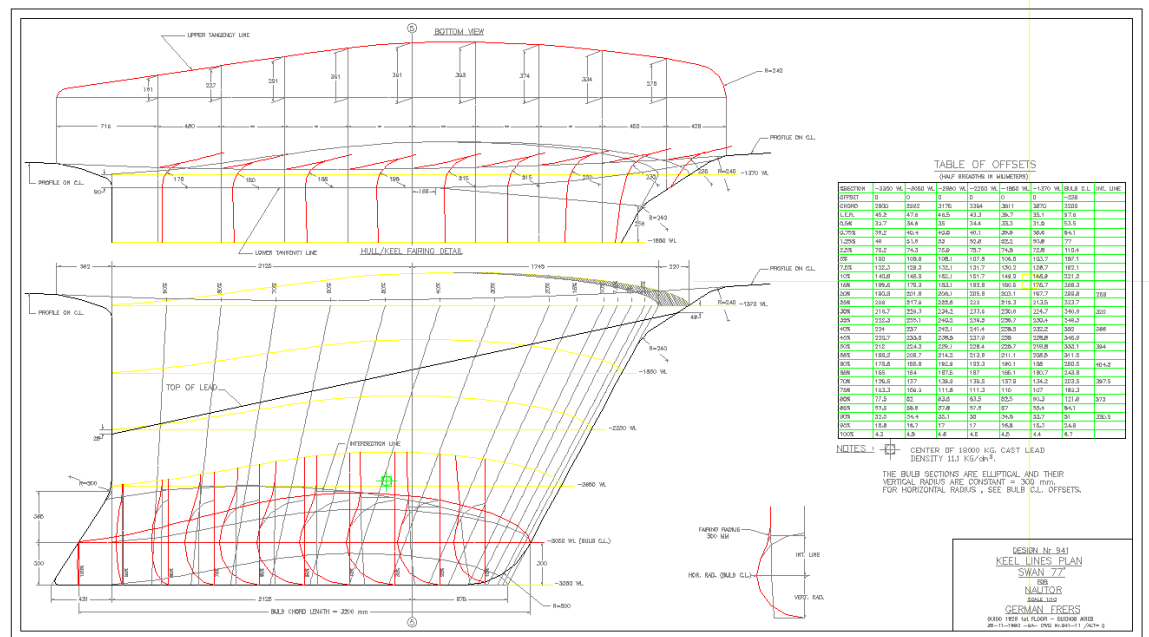


Bild 5. Segelplan Frers 77 Nr 941



3. HUR KONSTRUREADE MAN LÄTTVIKTSSKOTT FÖRE 3D

3.1 Handritade ritningar

Då man ännu ritade för hand hade man linjeritningar, spantritningar och planritningar på ett transparent papper och dessa var i skala 1:16 eller 1:20. Dessa hade man till underlag för fortsatta konstruktionsritningar, inredningsritningar mm. När man mätte för hand från dessa utgångsritningar betydde det att om man mätte en mm fel på ritningen, blev det 16-20 mm fel i verkligheten och noggrannheten blev inte då så hög.

3.1.2 Tillverkning enligt handritade ritningar

Tidigare använde man sig av plywood till icke bärande skott. Tjockleken varierade från 12 till 24 mm och dessa sågades så de låg an skrovet, lackades och laminrades fast.

Då båtarna förr i tiden tillverkades som seriebåtar, kunde man använda sig av mallar för skotten och då sågades skotten ut efter dessa mallar.

Mallarna gjordes efter spantritningar till första båten och justerades inför nästa om så behövdes. Måtnoggrannheten blev ungefär 20-30 mm utbords, och värst var det då förstärkningar kom i skrovet för då behövdes det mera urtag. Men det kunde sågas ut i båten på förhand.

Skottens tjocklek kunde vara 10, 12, 16 och 24 mm med färdig teakyta. Tidigare hade man limmat mahogny-faner på skottytan som inte var synliga, för det var billigare, men iom att man började ha så mycket andra klassens teak-faner så använde man sig av dessa istället.

Dörrkarmar var färdigt inlimmade i dessa skott och hade olika tjocklek beroende på skottets tjocklek, men dörrbladen hade alltid samma tjocklek. Dörrbladen monterades i båten först i byggandets slutskede.

3.2 Konstruera skott med dator i 2D

Under 1990-talet övergick man mer och mer till datorer och man började rita skotten i 2D. Då utvecklades av en lokal konsult en tillämpning i Autocad som man kallade GODTYSPA.

GODYTSPA fungerade så att från spantrutan i 2D som leverades av Frers byrå så flyttades dessa spanter in till 3D genom att ge spanterna ett Z-värde. Därefter angav man en tjocklek på skrovet, tex 6 mm upptill och 15 mm nertill i botten och placerade ut stringers på insidan av skrovet. Skulle man ta ut ett snitt vid tex stn 3.4 så valde man spanterna 3.0, 3.5, och 4.0. Då använde sig programmet av dessa spanter och ritade ut hjälpvattenlinjer. Sen ritade det ut en ny spant på 3.4 m. På detta sätt fick man ut skottens yttre konturer mot skrovet.

För däckets fanns inget godtyspa program utan där fick man ta linjeritningen till hjälp och utgående från den konstruera skottets kontur mot däckets. Då blev det en del uppskattningar pga oklara placeringar av linrännor, vinchplaceringar mm, vilket ledde till att man sågade skottens övre kant vid däckpåsättning.

3.2.1 Måtsättning av skott på 2D-ritning

När man hade fått fram ritningsmässigt skottets yttre konturer, så behövdes de måttsättas så att snickaren kunde överföra dessa linjer till skottmaterialet. Man placerade nollpunkten vid DWL och CL och utgående från detta måttsatte man varje linjes knutpunkt. Urtagen för stringers var raka linjer och mot skrovsidan följde man en böjd linje som efterliknade skrovets insida.

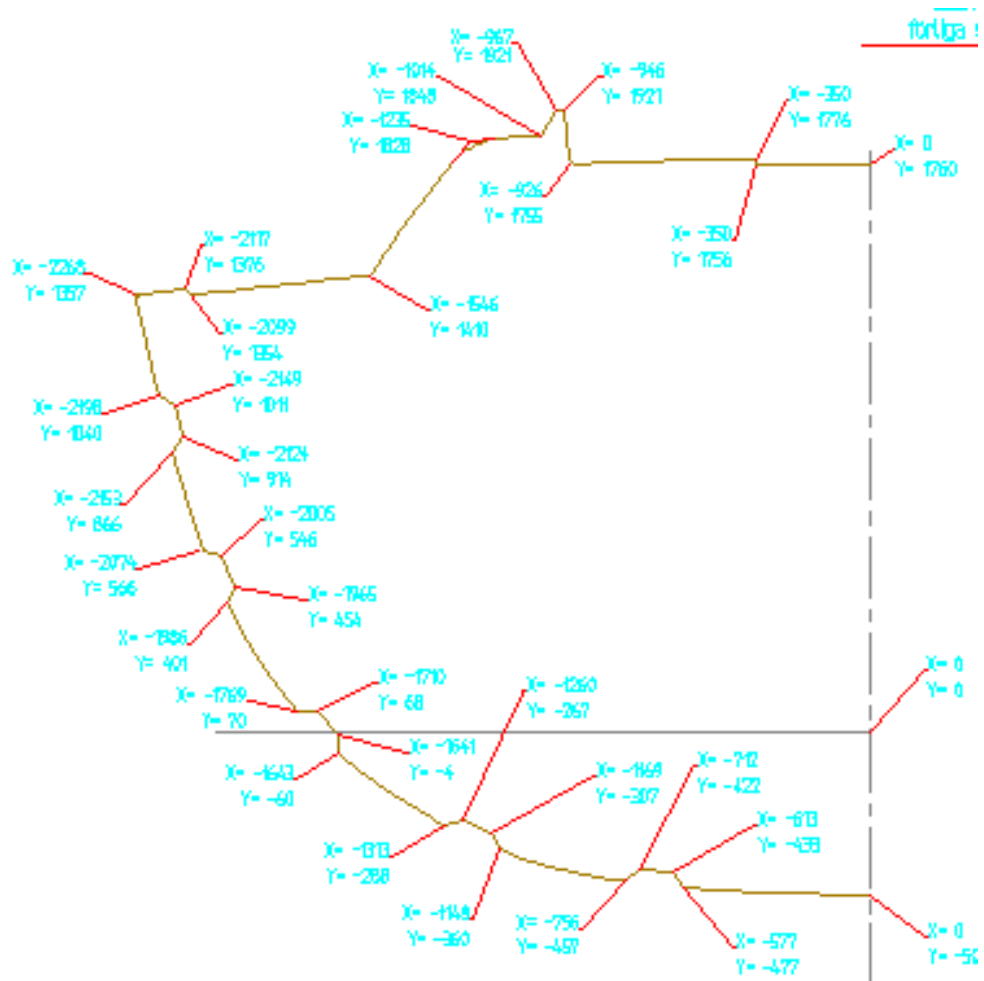


Bild 8. Bild på måttsättning av konturlinje på skott. (Halva skottet, andra sidan spegelvänd)

3.2.2 Utsågning av skott enligt 2D-ritningar

Skottmaterialet bestod av färdigt ihop limmade paneler och plywood (tillräckligt stora) och snickaren märkte ut nollpunkten. Från nollpunkten mätte och ritade han ut konturlinjen, efter vilken han sen fräste bort överlopsmaterial.

Vid serietillverkning av båtarna gjordes mallar för att inte skulle behöva mäta ut för varje likadant skott, utan man satte mallen på och fräste enligt den.

4. KONSTRUERA I 3D

3D (förkortning för "tre dimensioner", det vill säga höjd, bredd och djup) är en beteckning som används för visualiseringssystem (tex bilder och filmer) som försöker ge betraktaren ett intryck av djup i en egentligen tvådimensionell bild.

4.1 Programvaran SolidWorks

Solidworks är ett program för två- och tredimensionell CAD som utvecklats av det franska företaget Dassault Systèmes. Första utgåvan kom 1995 och varje år släpps en eller två nya versioner. SolidWorks används i alla världsdelar. Programvarans fokus är mekanikkonstruktion. Varje år tillkommer dock ny funktionalitet för fler discipliner inom konstruktion.

Med programmet kan man göra tre grundläggande typer av filer, komponenter, sammanställningar och tillverkningsritningar. Dessa är kopplade till varandra så att när man ändrar en del i sammanställningen, ändras också komponenten och ritningen uppdateras automatiskt. De är också länkade till varandra, så vice versa sker när man gör en uppdatering på ritningen. Måtten kan länkas till Excel-kalkyleringsprogram så att man får olika listor, tex materiallistor. Det är också möjligt att av samma komponent göra olika versioner, dvs konfigurationer, vilket underlättar konstruktörens arbete avsevärt.

Modelleringen startar så att man skissar upp på ett xy-plan (i 2D) av en komponent som man önskar modellera. Därefter väljer man att extrudera formen i z-led och man får en 3D-komponent.

4.2 Användning av 3D-modeller

4.2.1 Skrov i 3D

När man börjar bygga upp en 3D-modell så börjar man med skrovet och dess form utgående från den basinformation som finns om projektet. Man ger skrovet en tjocklek vilket baserar sig på

dimensioneringsberäkningar man har gjort. Sen byggs bärande skott, stringers, bottenstruktur mm in i 3D-modellen. Samtidigt modelleras däck, däcksbalkar, luckor mm upp så att man får en komplett insida volym.

Under hela tiden som konstruktionsmodellen byggs upp, placeras också motor, tankar och andra större komponenter in för, så att man kan anpassa dem till båtkonstruktion och kunna maximera användningen av utrymmena.

4.2.2 3D-modellering av skott

Vid modellering av skott bör man ha tillgång till skrovet, stringers, bottenbalkar, däck och däcksbalkar i 3D, för att kunna avsluta skottets konturer mot dessa angränsande ytor och snitt.

Det finns flera olika sätt att bygga upp lättviksskott i solidworks men det jag har jobbat med baserar sig på *internal parts* i en assemblyfil. Detta tillvägagångssätt ger många fördelar med automatiska materiallistor, positionsbetäckningar, hänvisningar till andra ritningar mm.

Ett annat sätt kan vara att göra parter i egna filer i en assemblypart men när vi tog PDM i användning, konstaterade vi att det skapade för många filer som reserverade filnummer i ett begränsat system. Här kunde vi inte heller få in materiallistor på ritningarna, så därav frångicks det.

4.3 Förklaring av tekniska ord

PDM product data management, ett dokumenthanteringsprogram med vilket man ger filer tex löpande numrering så att spårbarheten på filen blir snabb och enkel. PDM är sättet som man hanterar informationen om en produkt under utveckling, tillverkning och användning av produkten. PDM-system används när data om produkten skapas, lagras och återsöks. I ett PDM-system kan information om produkten versionshanteras och olika informationsmängder kan relateras till varandra. I PDM-system kan man märka upp informationsmängder med data för att göra informationen mer sökbar.

Assemblyfil är skottets huvudfil som innehåller skivdelarna som skilda virtuella delar och stylingparten som släckt underlag. Från assemblyfilen gör man tillverkningsritningen.

Drawing, tillverkningsritningen är gjord i 2D och innehåller behövliga vyer, snitt och detaljer på komponenten. Här kan man måttsätta, ge varje del sin positionsnummer och ha en materiallista enligt delarnas positionsbeteckning.

Stylingpart, volympart. Användning av stylingpart blev till så att vi snabbt kunde volymplanera båten utan att gå in på tidskrävande detaljer, men ändå hålla yttermått för olika komponenter, skott och möbler. När man fortsätter med detaljplaneringen, har man måtten klara från stylingparten och därför används den som underlag.

Noggrant ritade modeller kräver stor maskinkapacitet och andra konstruktörer skall bekvämt kunna använda inredningens modeller, så stylingparten är bra att ha som underlag i ens egna filer.

Internal part är en virtuell part som skapas in i assemblyfilen. Internal part har ingen skild namngiven verklig fil och därför är de lämpliga att använda när antalet filer hålls nere. Internal part får materialegenskaper från ett materialbibliotek när man skapar parten.

Display state är olika lägen där man har olika delar synliga. Man kan namnge displaystates och bestämma vad man vill ha synligt under olika namn. Till exempel så kan man släcka stylingparten och ha endast internal parts synliga, och då ser man endast det som är modellerat för tillverkningsritningen hittills.

Display state: Styling då syns både styling parts och internal parts. Detta är till nytta när man gör internal parts som använder sig direkt av volympartens konturer.

Display state: Production då syns endast internal parts. När man har gjort de internal parts som använder sig av stylingmodellens konturer så bör man släcka ner stylingmodellen, dvs gå över till production state, för att undvika länknings till den när man bygger upp tex luckor, divinycell förstärkningar mm.

5. SKOTTUPPBYGGNAD MED INTERNAL PARTS I ASSEMBLYFIL

5.1 Modellera stylingpart Skott NSB1.part

Man modellerar upp en fyrkantig skiva med tjocklek på 45 mm, tillräckligt stor och i rätt placerad i längsled.

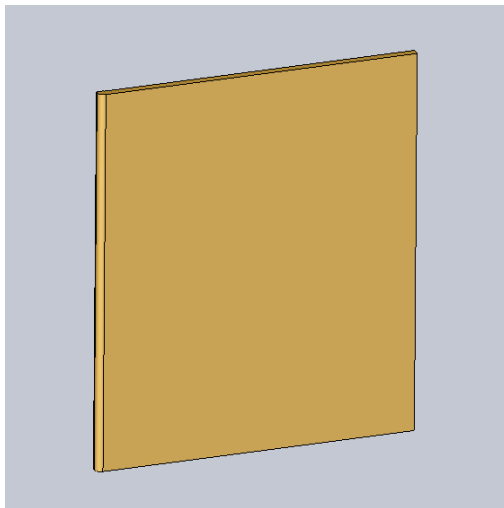


Bild 9. Stylingpart NSB1, S60, exempel 1

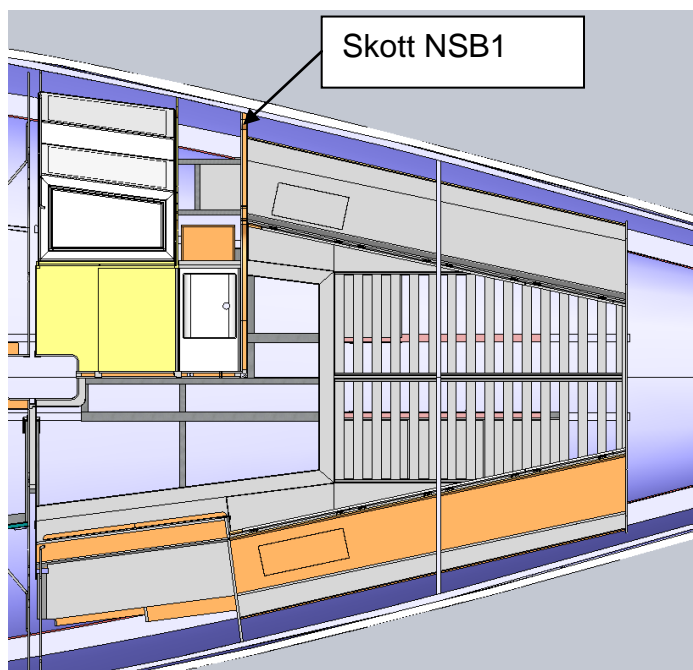


Bild 10. Exempel på NSB1placering i S60, Nautor

Av skrov och däck har man gjort en *insida surface*, som kallas *hull inside.xmt*. och detta använder man till att skära komponenter inne i båten, så att de ansluter mot denna yta.

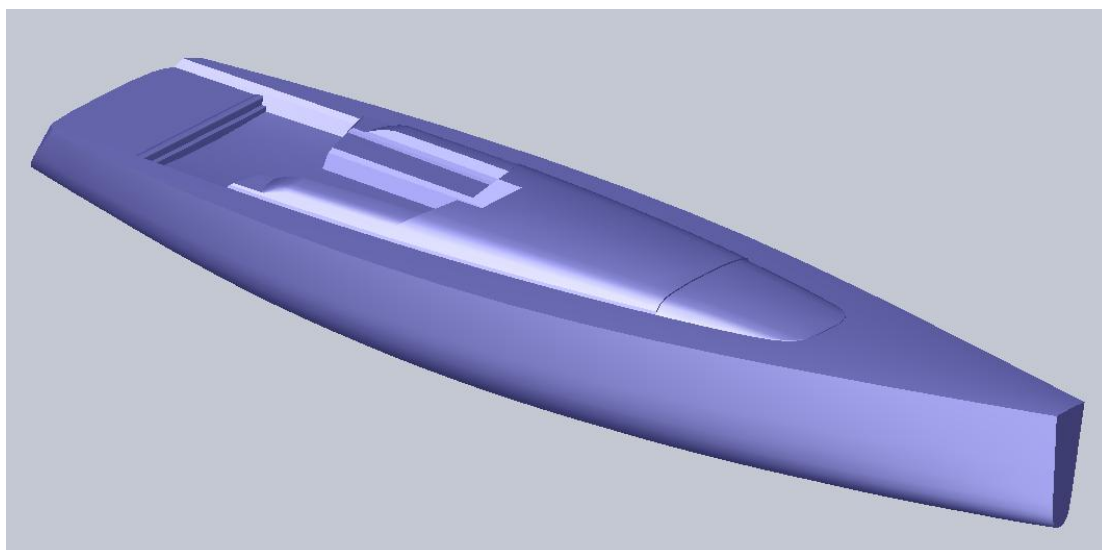


Bild 11. Bild på insida surface S60, Nautor

Man skär NSB1 mot detta genom kommandot cut with surface. För att få mellanrummet mellan skott och skrovet på 10-20 mm för elastisk massa, så *offsettar* man konturen inåt och skär med linje bort överflödigt material.

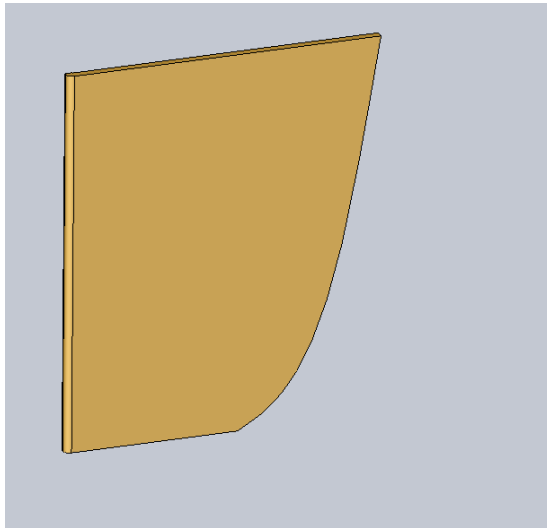


Bild 12. Stylingpart NSB1, S60, exempel 2

Sen jobbar man vidare med att skära mot däck, stringers, bottenbalkar mm för att få hela skottets konturer.

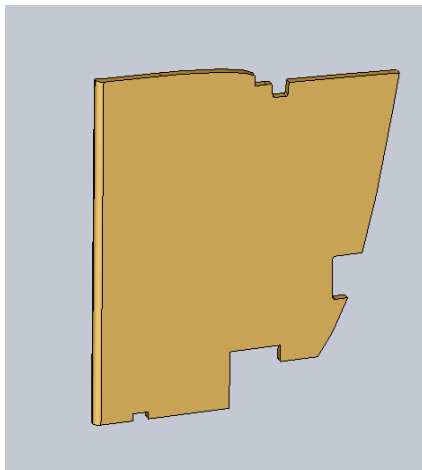


Bild 13. Stylingpart NSB1, S60, exempel 3

Här kan man ännu göra dörrar panelindelningar mm med *cut* enligt sketchad linje så att man får en stylingpart som ligger för grund för att skapa konstruktionsparten.

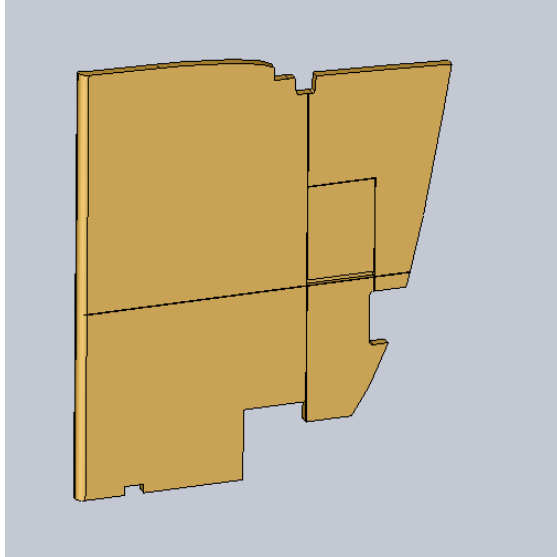


Bild 14. Stylingpart NSB1, S60, exempel 4

På detta sätt kan man med stylingpart bygga upp alla skott och möbler i modellen och få fram en visuell bild av tex en kabin från insidan. Genom att ge ytor materialegenskaper och flytta över filen till mer avancerade renderingsprogram, kan man få fina bilder som inte skiljer sig nämvärt från den kommande verkligheten.

5.2 Assemblyfilen

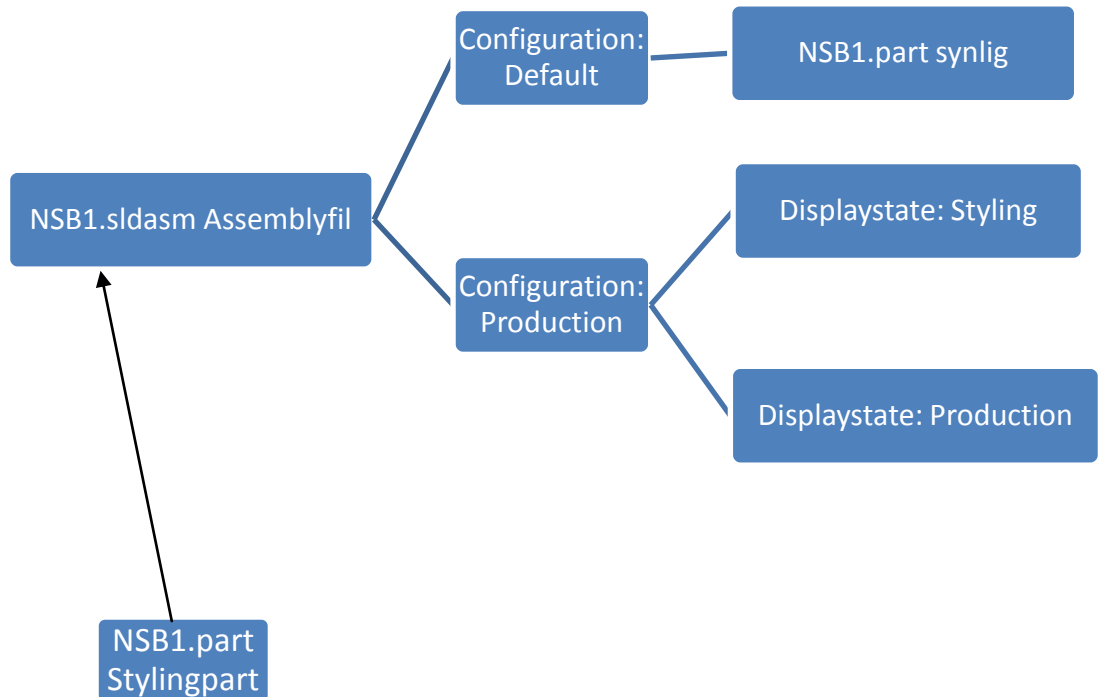


Bild 15. Diagram 2

Nästa steg är att göra en assemblypart NSB1.sldasm och där ta in NSB1.prt som en grundpart. Se Diagram 2.

Assemblyfilen byggs upp så att man har en Configuration **Default** där endast NSB1 parten kommer att synas och alla internal parts är *supressade*

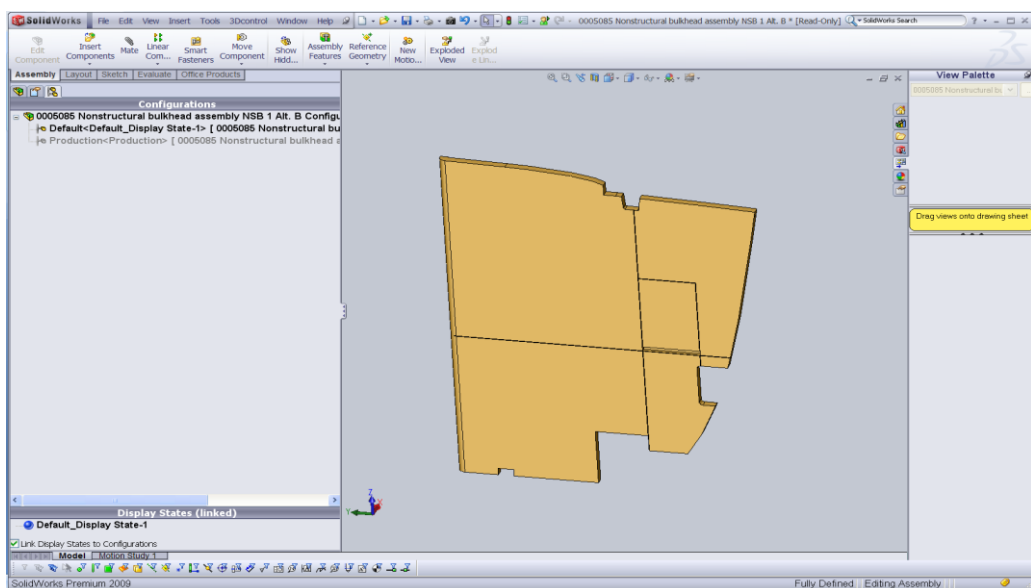


Bild 16. Bild på Configuration Default state

Nästa konfiguration som behövs är **Production model** och där behövs två **display states** för att man skall kunna jobba behändigt. Dessa är styling och production.

Display state: Styling då syns både styling parts och internal parts. Detta är till nytta när man gör internal parts som använder sig direkt av volympartens konturer.

Display state: Production då syns endast internal parts. När man har gjort de internal parts som använder sig av stylingmodellens konturer så bör man släcka ner stylingmodellen, dvs gå över till production state, för att undvika länknings till den när man bygger upp tex luckor, divinycell förstärkningar mm.

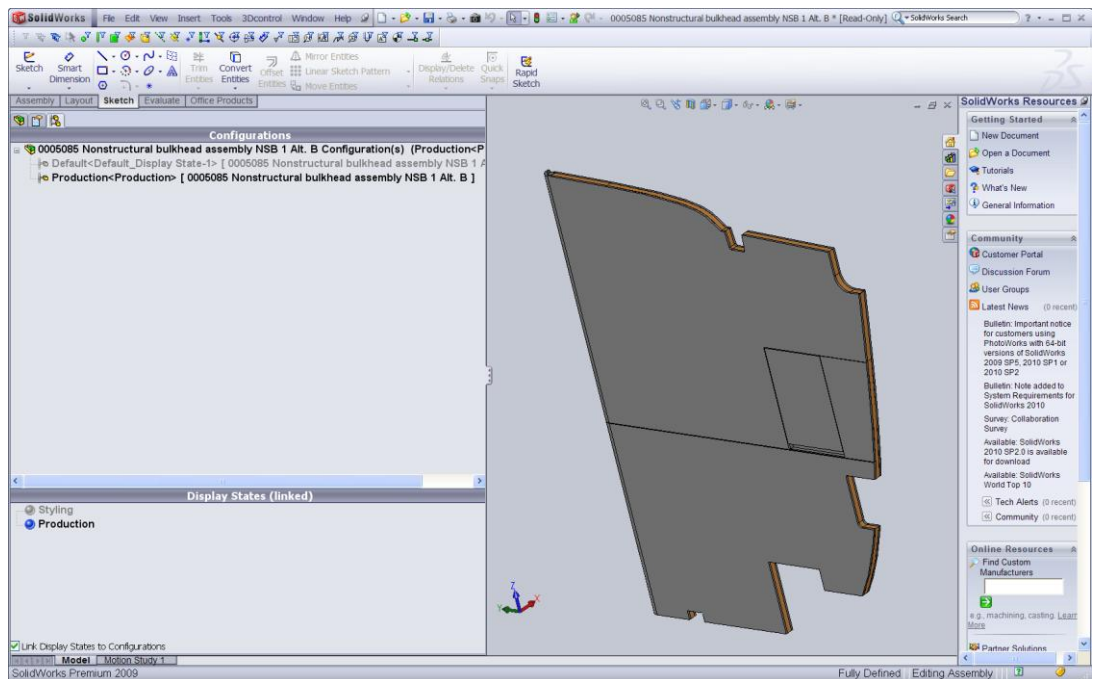


Bild 17. Bild på Production configuration state

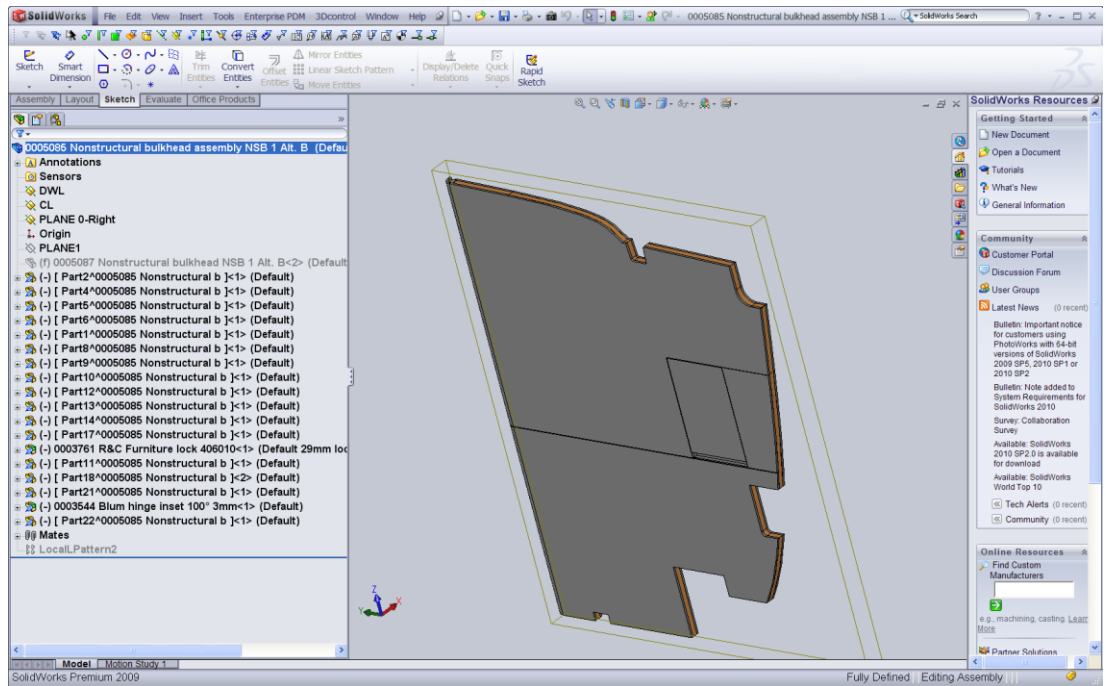


Bild 18. Exempel på display state production:s träduppbyggnad.

Nu kan man börja bygga upp internal parts under production konfigurationen genom att ta insert component, new part,

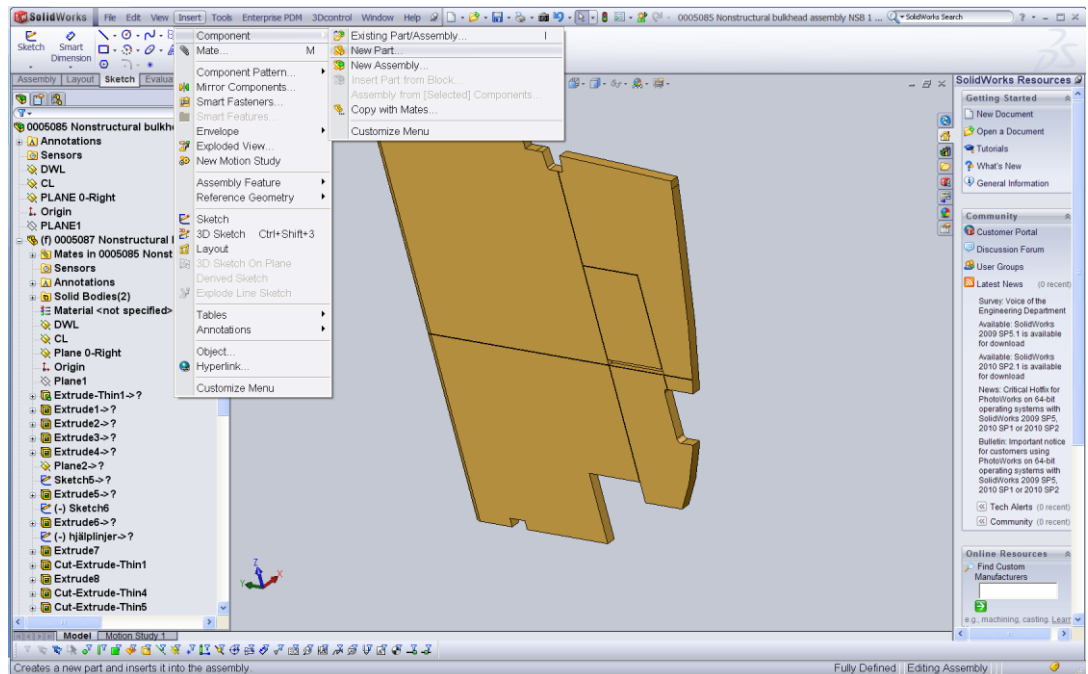


Bild 19. Insert Component förfarande

och väljer ett material i från ett uppgjort bibliotek.

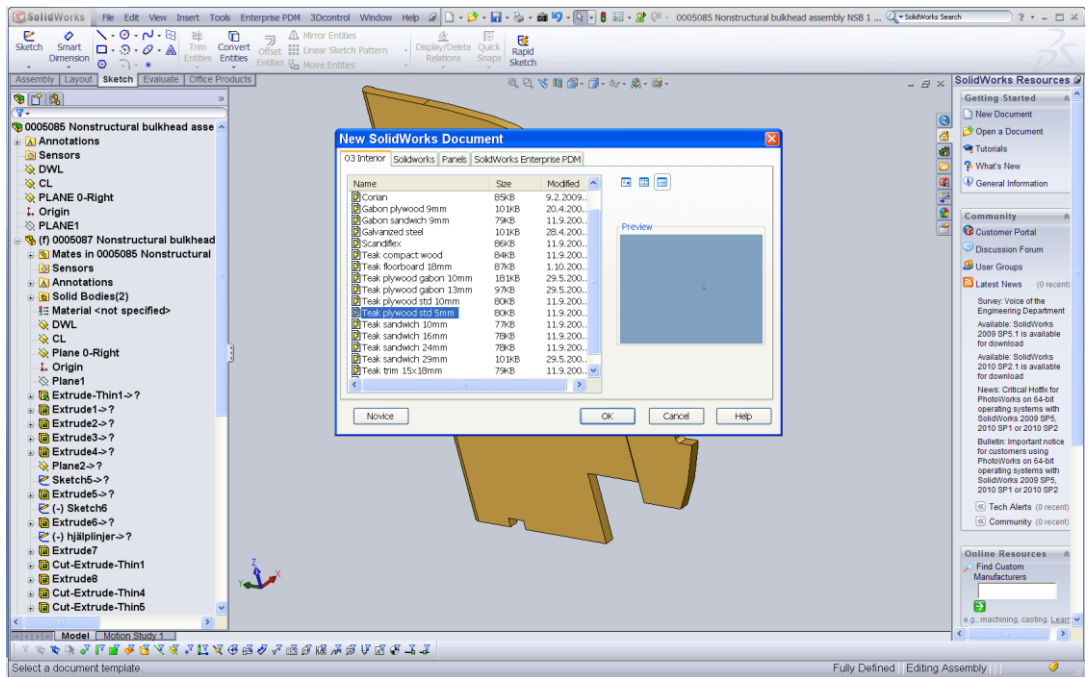


Bild 20. Insert Component förfarande, materialval

Väljer ut ytan som parten skall följa:

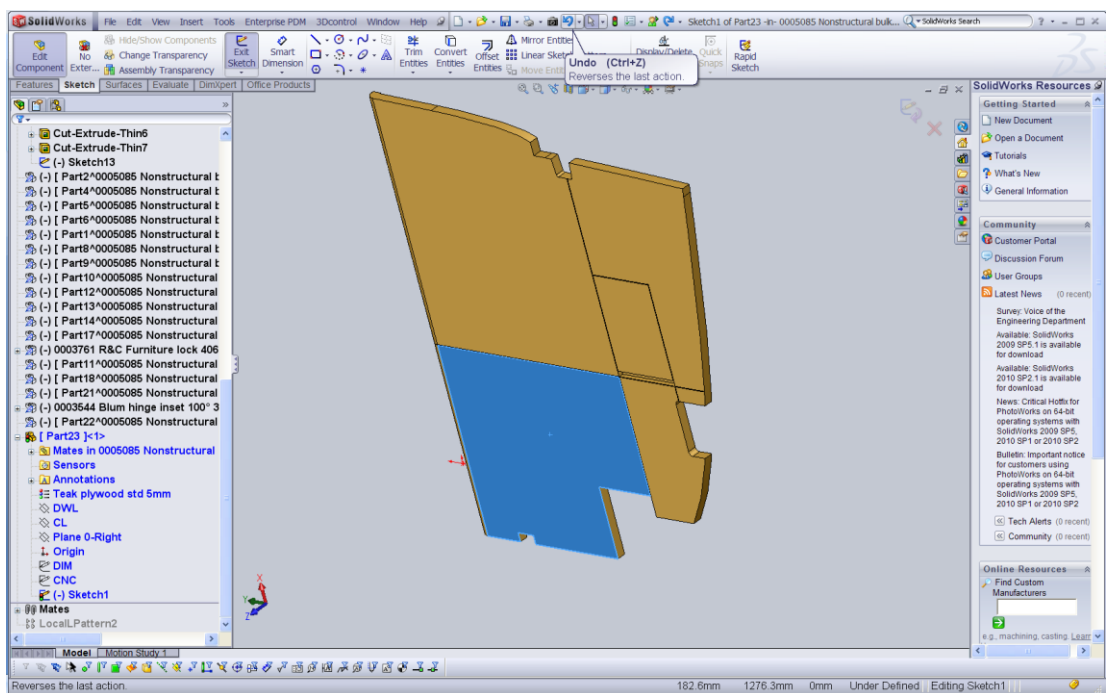


Bild 21. Insert Component förfarande, väljer yta

Konverterar konturerna och väljer *features* och ger parten rätt tjocklek och riktning åt vilket håll skivans tjocklek skall riktas.

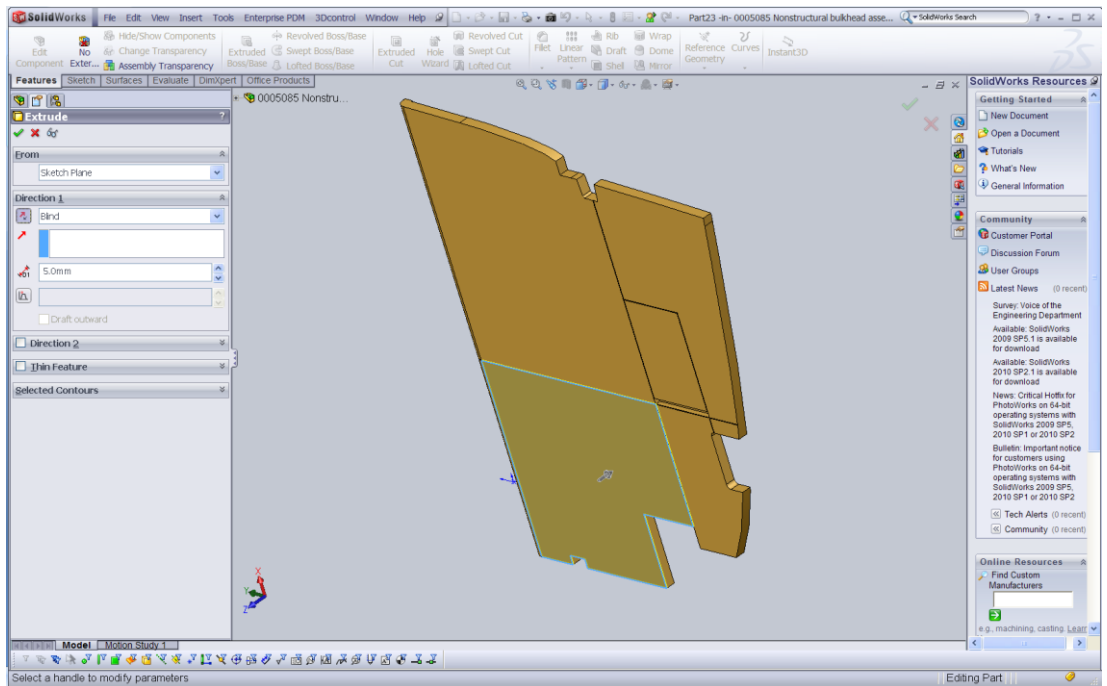


Bild 22. Insert Component förfarande, konverterar konturer

Vi har en part som följer konturerna enligt stylingparten.

Så här byggs delarna upp till skottet och när man har alla delar som använder stylingpartens konturer gjorda. Så går man över till displaystate: production. Detta gör man för att ha volymparten släckt, så att man inte längre i misstag länkar till den utan endast till gjorda internal parts. Då kan man göra ändringar volymparten och dessa ändringar uppdateras automatiskt i production konfigurationen med berörda internal parts.

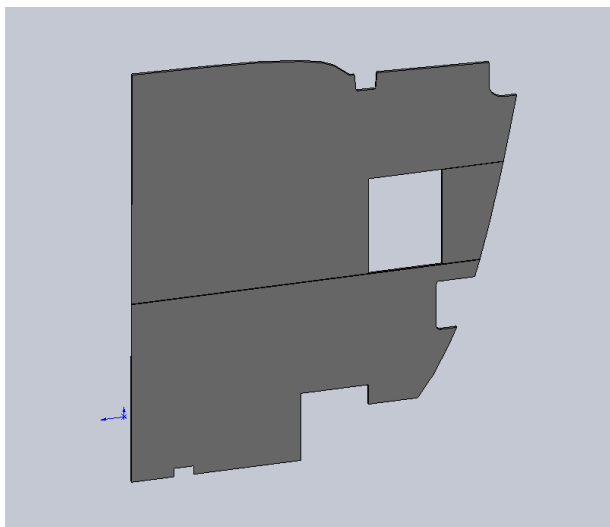


Bild 23. NSB1 Internal part, paneler, S60

Nu börjar man bygga upp dörrkarmen, luckanter, hörnstolpar och vid behov konverterar kantlinjer från redan gjorda internal parts eller ritar in egna konturlinjer. Till sist modellerar man in divinycellen (isoleringmaterialet), som använder sig av övriga internal parts konturlinjer.

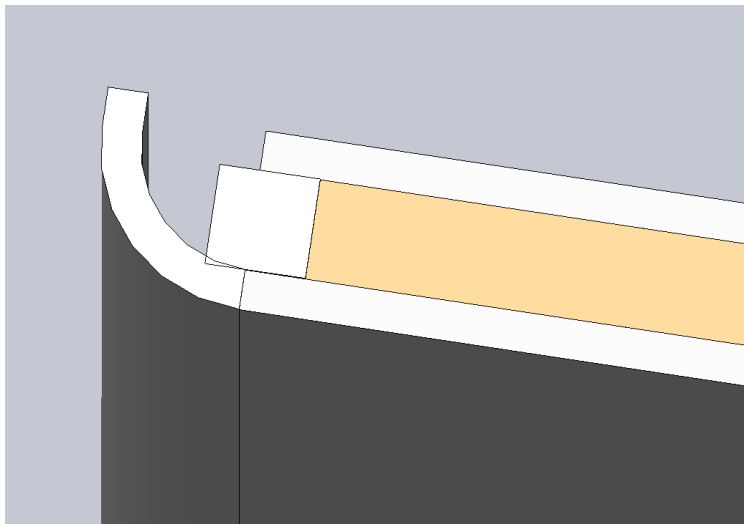


Bild 24. Detalj av rundad hörnstolpe, S60

Man kan ha ett bibliotek av olika komponenter ss lås, gångjärn, dörrhandtag mm som man bara har att plocka in vid behov.

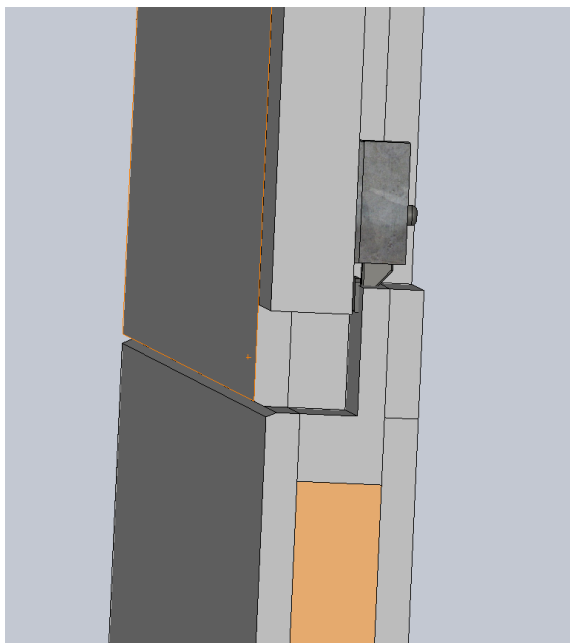


Bild 25. Skärning av lucka med låsbeslag inritat, S60

5.3 Tillvekningsritningen i 3D

När man har modellerat assemblyfilen klart och har skottet att se ut som man önskar går man via file-menyn och Make a drawing from assembly-kommandot och då öppnas ett nytt fönster där man till först väljer arkstorlek och skala.

Då finns det färdigt generade vyer på sidobalken som man kan dra in till ritningen eller om man önskar göra egna snitt, detaljer mm så går man via kommandofältet och skapar det man önskar.

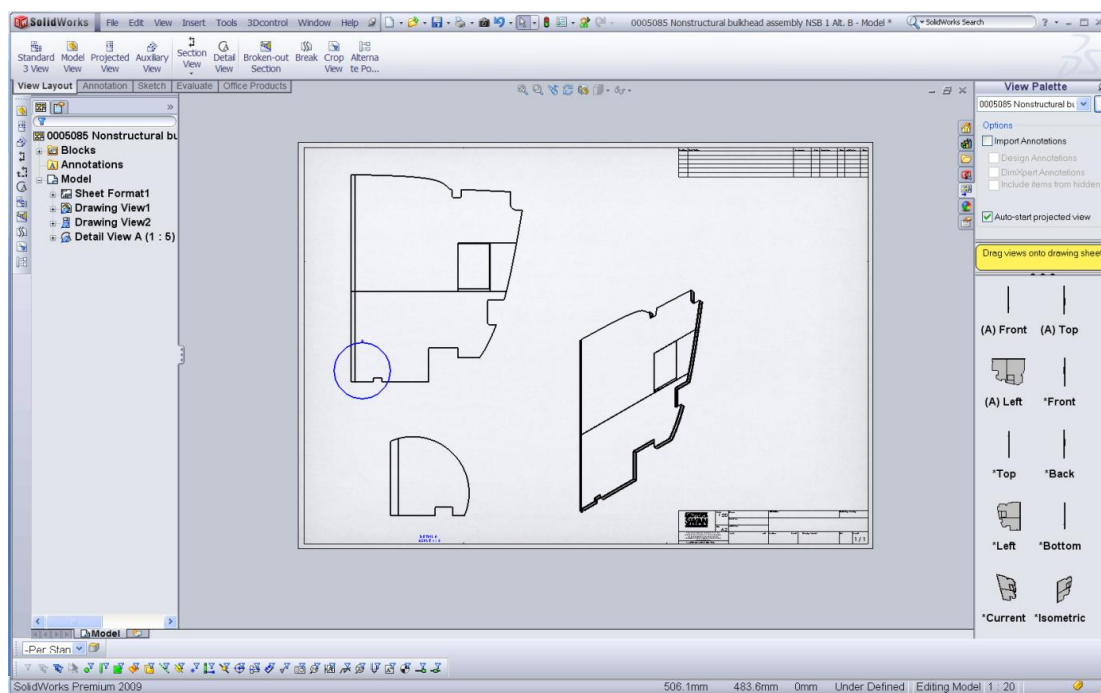


Bild 26. Exempel på hur det kan se ut när man börjar bygga upp ritningen

När man har alla önskade vyer, snitt och detaljer så skapar man materiallista och gör den automatiska positioneringen av delarna.

Genom att öppna en part via materiallistan kan man skapa ett lager Dim och måttsätta yttermått för skivdelen. Härifrån tas måttuppgifter till materiallistan och vikten beräknas automatiskt.

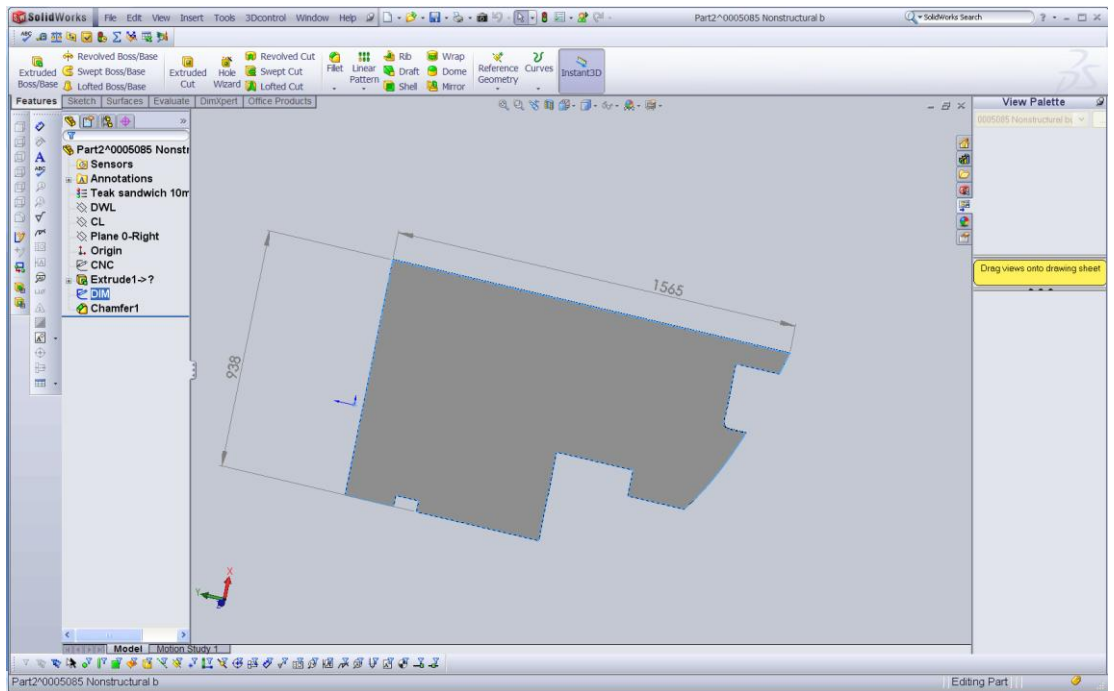



Bild 27. Här har parten med position 12 blivit måttsatt enligt maximala yttermått

21	CLIP 100* Inserta hinge (inset application)	2		Galvanized Steel	24744	71M2790B	0.3 kg	
20	CLIP Top mounting plate (spacing 3mm)	2		Galvanized Steel	24735	173L6130	0.0 kg	
19	Kroon striker plate	1	-	Galvanized Steel	21253		0.0 kg	
18	Pushbutton for R&C lock 406010	1	-	Galvanized Steel	72817		0.0 kg	
17	R&C lock 406010	1	-	Galvanized Steel	26338	406010	0.1 kg	
16	Teak corner post	1	2147 mm	Mould glued teak			0.9 kg	
15	Teak panel	1	467x325 mm	Teak sandwich 24mm			1.0 kg	
14	Teak panel	1	501x251 mm	Teak sandwich 10mm			0.3 kg	
13	Teak panel	1	1728x1209 mm	Teak sandwich 10mm			5.2 kg	
12	Teak panel	1	1565x938 mm	Teak sandwich 10mm			3.7 kg	
11	Teak panel	1	1560x937 mm	Teak sandwich 10mm			3.7 kg	
10	Teak panel	1	1729x1209 mm	Teak sandwich 10mm			5.2 kg	
9	Teak panel	1	330x38 mm	Teak sandwich 10mm			0.0 kg	
8	Teak panel	1	501x276 mm	Teak sandwich 10mm			0.4 kg	
7	Teak trim	1	2147x25 mm	Teak compact wood			0.8 kg	
6	Teak trim	1	330x30 mm	Teak compact wood			0.2 kg	
5	Teak trim	1	330x58 mm	Teak compact wood			0.2 kg	
4	Teak trim	1	531x30 mm	Teak compact wood			0.3 kg	
3	Teak trim	1	550mm	Teak compact wood			0.3 kg	
2	Foam Core	1	1713x2146 mm	Divinycell H80			5.4 kg	
1	Teak trim 25	1	501x50 mm	Teak compact wood			0.4 kg	
Po s	Description	Qty	Dimension	Material	Drw no	Mfg no	Supplier no	Weight

	Scale	1:10	Drawn	12.10.2009	YIS	Distribution	Y A J	Expanding drawing		
	Checked		0301 Bulkheads Nonstructural bulkhead NSB 1 Alternativ B							
	Date	12.10.2009	Approved	KFO						
<small>ALLOWED TO REPRODUCE FOR SHIPBUILDING PURPOSES ONLY BY SHIPBUILDING COMPANIES OR SHIPBUILDERS IN THE FRAME OF THE SHIPBUILDING CONTRACT. NO OTHER REPRODUCTION IS ALLOWED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF NAUTOR'S SWAN GERMANY.</small>		Yacht	60	000	03	01	0005088	B	Sheet	1 / 1

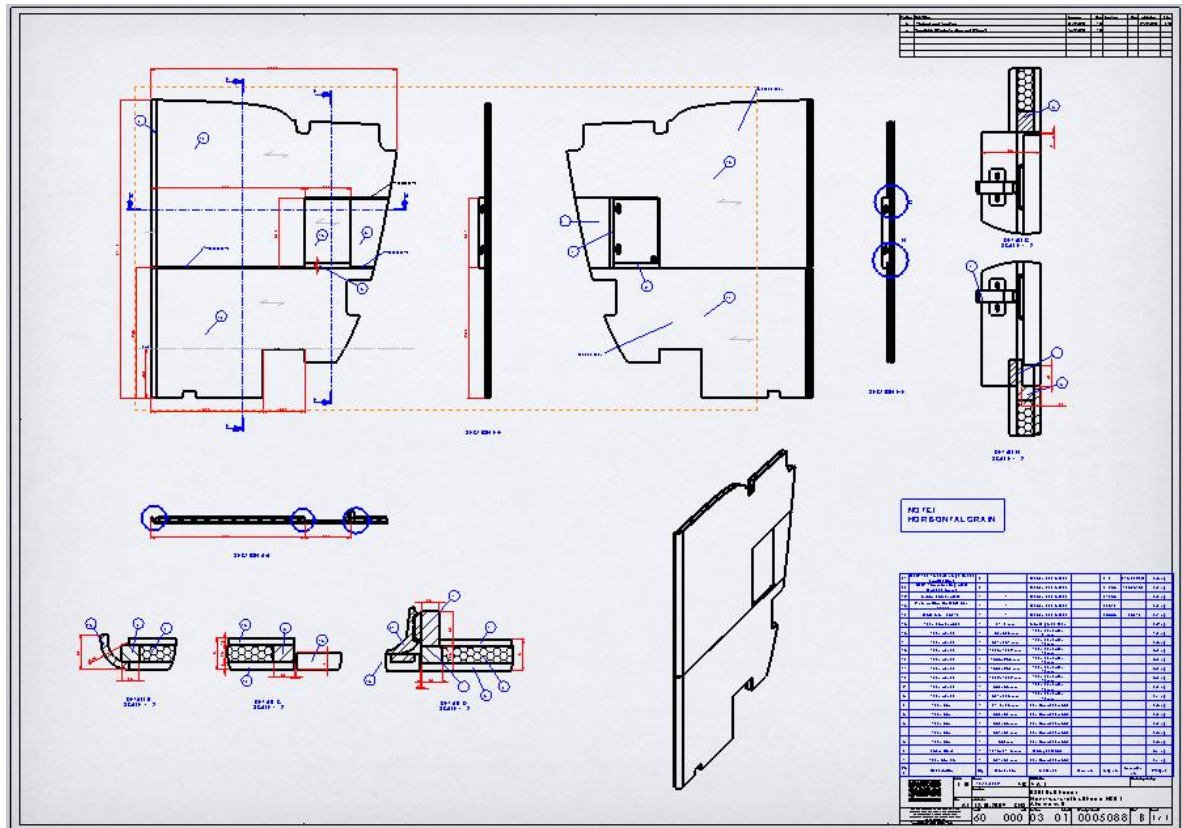


Bild 29. En tillverkningsritning av ett skott som sänds ut till snickeriet.

5.4 Filer för CNC-fräs

När inredningskonstruktören har gjort lättviktskottfilen klar, tar snickeriet över och en programmerare tar över.

Solidfilen, i detta fall NSB1.sldasm öppnas och av varje skivdel, teak, plywood eller divinycell som skall göras till skilda delfiler via new part kommandot.

Den nya filen öppnas och origo ställs in till ett hörn som kan betraktas som hörnpunkt på skivan som skall fräsas.

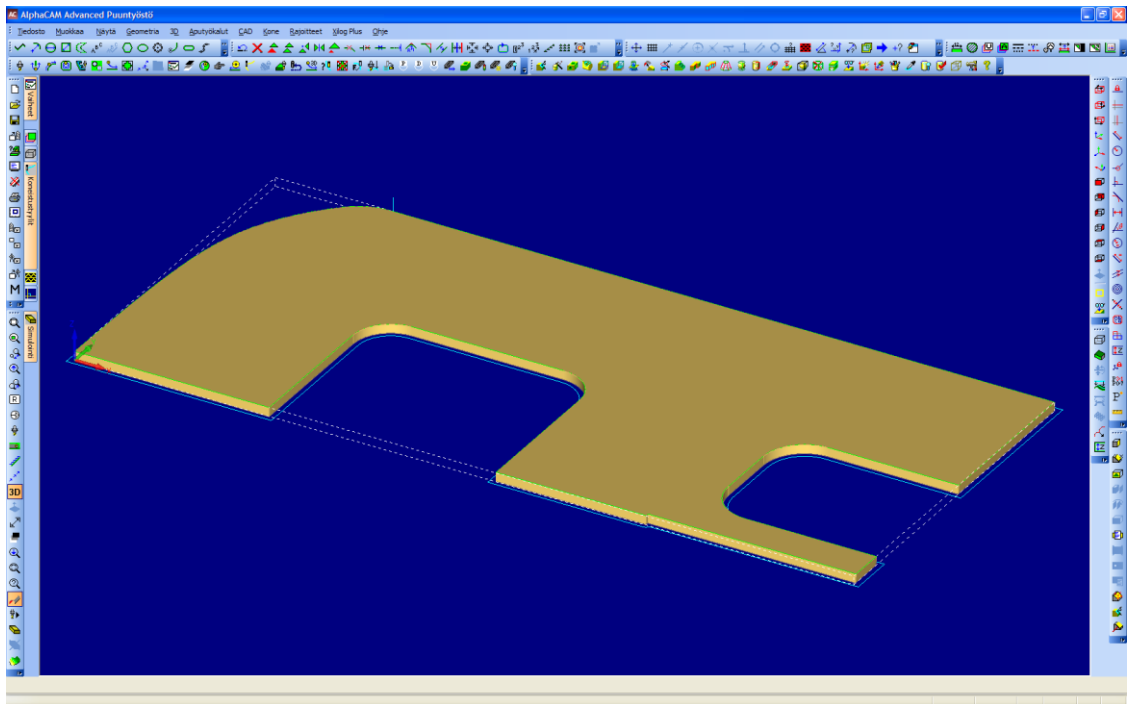


Bild 30. Origo insatt till vänster och lägst ner

Alphacam Router öppnas och partfilen öppnas. Här projiceras en kantlinje (=körlinje) för var fräsbettet skall köras, man ger kördjupet på fräsbettet, körriktning och man väljer fräsbett och annat behövligt för att cnc-fräsen skall kunna ge ut önskad skivdel.

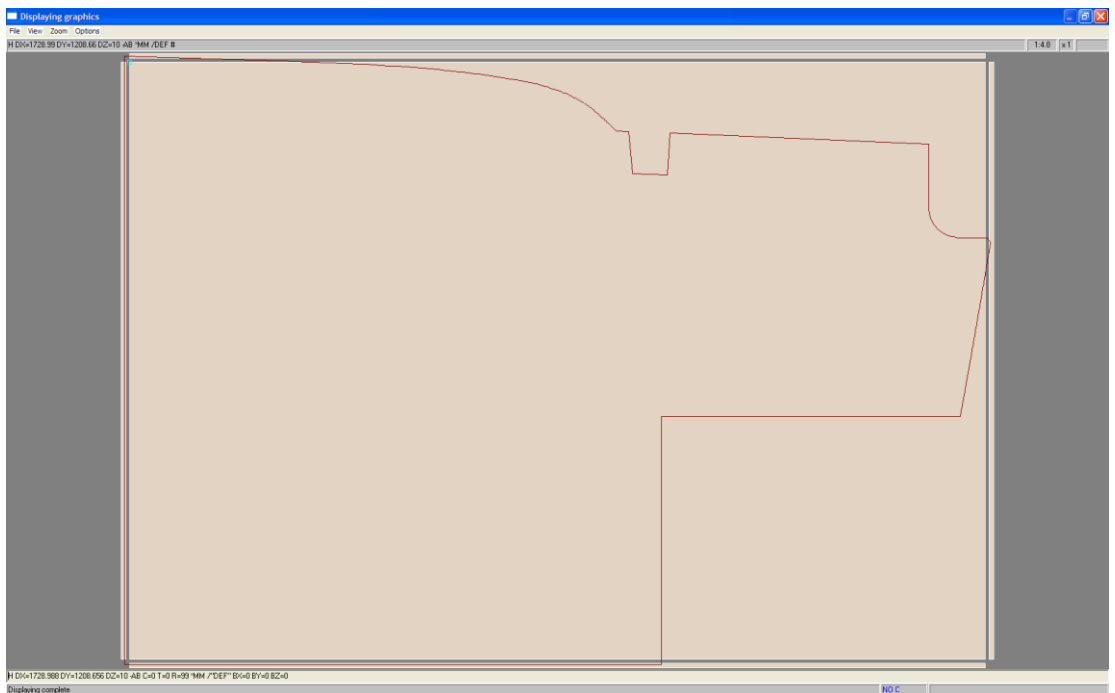


Bild 31. Körlinje efter vilket bettet skall köras

Nu sparas filen i NC-kod (*.pgm). I programmet Xilog.plus körs pgm-filen och cnc-fräsen får en körfil skriven med koordinater i x,y.

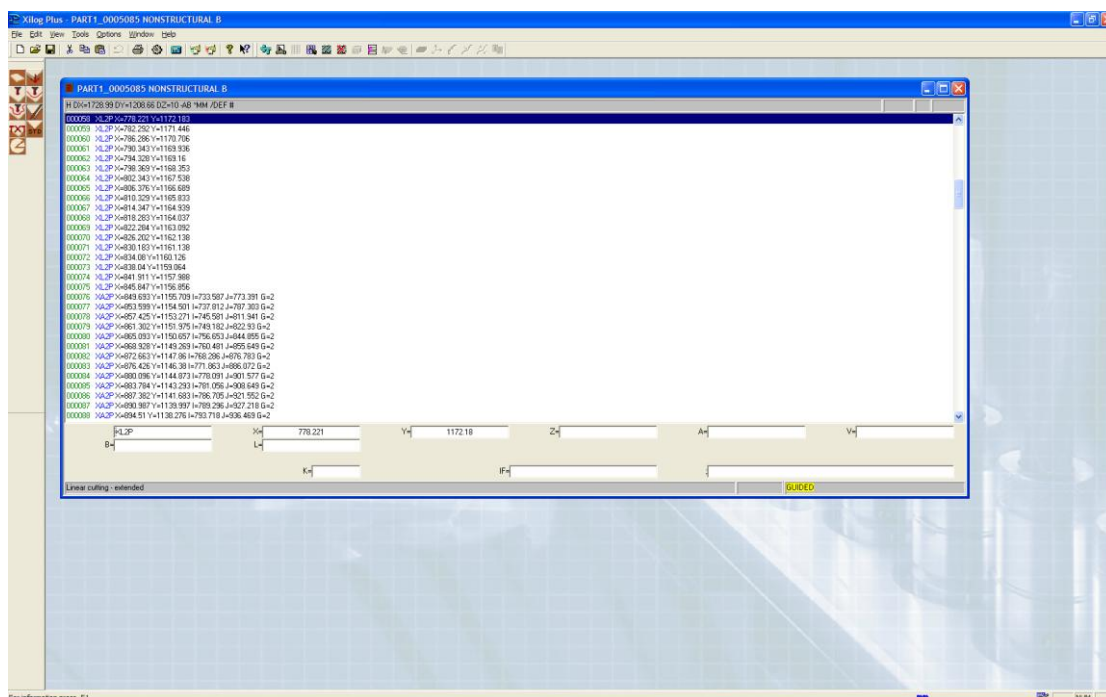


Bild 32. Körfilen i NC-kod

6 FÖRDELAR MED 3D JÄMFÖRT MED 2D

6.1 Vid konstruktionsplaneringen

6.1.1 Ökad precision

När en hel båts väsentliga delar byggs upp i 3D-värld så betyder det att precisionen teoretiskt ökar drastiskt jämfört med 2D-ritningar. När dessa filer från 3D-modellen förs över till fräsfiler, fräses biten direkt efter filinformationen och toleranserna är minskade till ett minimum.

I 3D-världen kan man genast se kollisioner mellan olika delar och man kan utnyttja olika ytor för att skära mot varandra. I 2D världen gör man oftast matematiska beräkningar eller uppskattar på ett ungefär och då är precisionen betydligt sämre.

6.1.2 Fel och misstag undviks

Fel och misstag kan genast upptäckas då man visuellt ser modellen och hur de olika delarna ansluts mot varandra.

Vid 2D konstruerande måste man kolla från olika plan och vyer om delarna går ihop och även öppna olika filer för att se om delarna passar ihop. Många gånger får man summera ihop mått och vinklar eller flytta ritningar på varandra för att kunna säkerställa sig.

Det är viktigt att man hinner redan före produktionsfasen få 3D-modellen så bra som möjligt för att kunna få in alla urtag i skottet. Detta gäller speciellt det som händer under däck med alla balkar, luckor, vinchar och lingenomföringar, så att det inte behöver sågas i båten i samband med däcksmonteringen.

6.1.3 Samarbete med övriga konstruktörer i 3D-modellen

För att kunna få all nödvändig håltagning och urtag i lättviktskotten så behöver man övriga konstruktörers information om stringers, rördragningar, däcksbalkar, vinschar med mera, och de i sin tur behöver känna till skottets placering för att kunna placera sina komponenter rätt. Då är ett fungerande samarbete väldigt viktigt och då är 3D-modellen ett väldigt värdefullt verktyg.

6.2 Vid snickeriet

6.2.1 CNC-fräsning av skottdelar ökar precisionen

När ett skott blivit konstruerat i 3D fräses delar till skotten ut från fräsfilen som direkt baserar sig på 3D-filen för skottet.

Precisionen har ökat betydligt när man ritar i mm och CNC-fräsen har direkt den exakta informationen på en tiondelsmillimeter när bitarna fräses. Det har blivit snabbare att montera ihop delarna till skott när delarna är exakta och totalyttermåtten kan hållas utan extra åtgärder.

När man hade 2D-ritningar använde man sig av måttband, vinklar och gradskivor när man ritade ut skottkonturerna och då ökar toleranserna direkt till hela millimeter.

6.2.2 Minskad arbetstid vid tillverkning av skott

Vid snickeriet sker det också en stor tidsinbesparing. Tidigare mätte snickarna ut koordinater från 2D ritningarna och ritade ut på skottmaterialet hur skottet skall sågas jämfört med idag då skottet fräses ut i CNC-fräsen på några minuter.

6.3 Vid monteringen

När man monterar ett skott som har blivit konstruerat i 3D och fräst med cnc så är passformen perfekt. Redan det att man inte behöver göra någon passning genom att såga ur skottet sparar tid.

7 NACKDELAR MED 3D JÄMFÖRT MED 2D

7.1 Vid konstruktionsplaneringen

7.1.1 Tidskrävande

Det har visat sig att 3D-konstruerande kräver betydligt mer tid vid själva konstruktionsarbetet än vad 2D gör. Man konstruerar mer detaljerat och det går inte så att säga att fuska vid 3D såsom vid 2D utan man är tvungen att konstruera allt korrekt.

Det har inte ännu gått att direkt uppskatta hur mycket mer tidskrävande 3D är för både att själva programmet solidworks har utvecklats och att personalen har utbildats. En allmän uppskattning är att det tar ca 2 gånger mer tid vid konstruktionsarbetet, men man vinner det flera gånger om i produktionen.

7.1.1 Datorkapacitet och programmets instabilitet

Det har varit en stor nackdel att Solidworks har varit instabilt och kraschat utan att en automatisk backup har gjorts. Många timmar har då gått till spillo när man har gjort om arbetet. Utvecklingen sker mot det bättre men det har varit dyra läropengar.

När filerna och modellerna har blivit stora, har datorkapaciteten visat sig vara för liten, vilket har lett till långa väntetider när programmet öppnat, sparat eller andra tyngre kommandon har använts. Speciellt vid öppnandet av sammanställningsfiler har väntetiden varit lång.

7.1.2 Uppgörande av monteringsritningar

Det har visat sig att göra monteringsritningar för produktionen är en väldigt arbetsdryg process, samt att få de mått in som monteraren verkligen kan använda sig av i båten. Detta hör ihop med föregående punkt då de stora sammanställningsritningarna är tunga och att ritmodulen i Solidworks inte är tillräcklig användarvänlig.

7.2 Vid snickeriet

När snickarna har blivit vana med ändrade arbetsmetoder och nya typer av ritningar så finns det egentligen inte alls större nackdelar med 3D-modellerandet.

7.3 Vid monteringen

Det egentliga nackdelen vid monteringen är om toleranserna mellan olika komponenter (tex VVS-pump versus möbel) i konstruktionsskedet varit för små, så då blir det arbetsdryga ändringar på komponenter. Vid 2D-konstruerande hade man överlag större toleranser, så det fanns större spelrum.

8 FRAMTIDEN MED 3D

För att ett företag som Nautor som tillverkar segelbåtar i världsklass är det väldigt viktigt att hålla sig framme också inom 3D-världen. Detta ger en bild av ett företag i tiden och som hela tiden strävar framåt.

För att kunna nå ännu bättre resultat och smidighet med 3D-konstruerande, inte bara med lättviktsskott, borde programmet Solidworks utvecklas och bli stabilare. Alternativet är att man går över till ett annat 3D-program. Här skulle det också löna sig att investera i kraftigare datorsystem som gör att väntetider förkortas och att datorer inte kraschar när man använder programmet. Mycket tid har gått i spillo att starta om datorn eller vänta på att en större fil skall öppnas.

En väldigt viktig faktor är att konstruktörerna och övrig personal utbildas i programmet kontinuerligt. En konstruktör är inte fullvärdig användare efter en grundkurs, utan efter en tids användning bör mer utbildning ges och då helst mer inriktad på den typ av konstruktionsarbeten man gör. Detta för att man skall bli expert på sitt område och kunna utnyttja programmets finesser för att bli snabbare och effektivare.

Nästa steg kunde vara att ta in förmännen i 3D-världen. Många onödiga samtal och diskussioner kunde undvikas om förmännen kunde gå in i en 3D-viewer och se på modellen och få en uppfattning om hur det skall se ut.

När man får in förmännen i 3D-världen så skulle säkert arbetsrutinerna i produktionen ändras och man mer skulle kunna ta tillvara den informationen som finns.

Som exempel kan man ta fram, att istället för att förhand mäta ut ett skrovfönsters placering för urskärning i skrovet så kan man fräsa en mall från 3D-modellens fönster och direkt använda den som mall vid håltagning i skrovet.

Ett annat exempel är durkinpassningen. Provdurkar (används som arbetsdurkar under monteringtiden) tas ut efter 3D-modellen och när de riktiga durkar görs, tar man in de justeringar som behövs från arbetsdurkarna och man har perfekt passform. Tidigare sågade och passade man in durkarna i båtens slutskede i monteringen och det gav många arbetstimmar och oftast gjordes det utanför normal arbetstid. Nu görs durkarna av CNC-fräsen och arbetet sker helt utanför monteringen och arbetstiden har minskat drastisk, uppskattningsvis till ca 1/2.

I samband med att produktionen och förmännen kommer mer in i 3D-världen så skulle man kunna göra upp rutiner hur utnyttja 3D-

informationen för produktionen. Det skulle vara att inrikta vissa personer på att planera och göra cnc-fräsfiler för produktionen. Det skall inte vara konstruktörer som gör 3D-modellen och ritningar utan en mellankategori som jobbar för produktionen.

Visualiseringar av 3D-modellen har gått och kommer att gå ännu mer framåt. Det är via dessa visualiseringar som man får fram hur båten kommer att se ut, både utvändigt och invändigt, och det är ett viktigt verktyg vid diskussioner med kunden. Både att kunden får en uppfattning om vad han köper och att vi har dokumenterat vad vi skall konstruera gör att vi vinner tid och minskar på feluppfattningar. Med nya modeller kommer detta att satsas på ännu mera.

9 SLUTDISKUSSION

Från att först ha inriktat mig på att endast jobba med hur man konstruerar lättviktsskott i 3D så blev det ett mer brett projekt. Utvecklingen hur man konstruerat skott från spantritningar till dagens 3D-modellerande blev intressant. Speciellt vad som är fördelar och nackdelar med 3D jämfört med tidigare, samt hur produktionen tagit emot 3D-konstruerandet.

Det mest intressantaste har varit att följa med hela kedjan och höra kommentarer från snickeriet och monteringen, för det har kommit fram många förbättringslösningar, detaljer och åsikter som jag kommer att ta tillvara vid mitt fortsatta eventuella jobbandet med 3D.

De tidigare mycket kritiska rösterna mot 3D och vad har vi för nytta av 3D har minskat och man ser mer och mer nytta och möjligheter med 3D. Det tar tid att införa något nytt och det kräver många försök och misstag innan det flyter bättre än gamla system. Samtidigt växer nya idéer fram hur man skulle kunna göra saker enklare och snabbare och det skall i sin tur testas.

3D är framtiden, men man skall använda och utveckla den med förnuft. Man skall komma ihåg att använda det enklaste och effektivaste sättet att konstruera istället för att gå vilse i invecklade tillvägagångssätt. I så fall kostar det bara tid, maskinkapacitet och tålmod.

KÄLLFÖRTECKNING.

Nautor: www.nautorswan.com 31.03.2010

Björn Thomasson Design:

http://www.thomassondesign.com/building/understanding_plans.aspx

31.03.2010

Wikipedia: <http://sv.wikipedia.org> 31.03.2010

Solidworks: www.solidworks.se 31.03.2010

BILDFÖRTECKNING

<i>Bild 1. Diagram på organisationsuppbyggnad vid Nautor</i>	8
<i>Bild 2. Linjeritning Frers 77 Nr 941</i>	12
<i>Bild 3. Däckslinjeritning Frers 77 Nr 941</i>	12
<i>Bild 4. Däcksplan Frers 77 Nr 941</i>	13
<i>Bild 5. Segelplan Frers 77 Nr 941</i>	14
<i>Bild 6. Köllinjer Frers 77 Nr 941</i>	15
<i>Bild 7. Konstruktionsplan S75 FD</i>	16
<i>Bild 8. Bild på måttsättning av konturlinje på skott. (Halva skottet, andra sidan spegelvänd)</i>	19
<i>Bild 9. Stylingpart NSB1, S60, exempel 1</i>	23
<i>Bild 10. Exempel på NSB1placering i S60, Nautor</i>	24
<i>Bild 11. Bild på insida surface S60, Nautor</i>	24
<i>Bild 12. Stylingpart NSB1, S60, exempel 2</i>	25
<i>Bild 13. Stylingpart NSB1, S60, exempel 3</i>	25
<i>Bild 14. Stylingpart NSB1, S60, exempel 4</i>	26
<i>Bild 15. Diagram 2</i>	27
<i>Bild 16. Bild på Configuration Default state</i>	27
<i>Bild 17. Bild på Production configuration state</i>	28
<i>Bild 18. Exempel på display state production:s träduppbyggnad</i>	29
<i>Bild 19. Insert Component förfarande</i>	29
<i>Bild 20. Insert Component förfarande, materialval</i>	30
<i>Bild 21. Insert Component förfarande, väljer yta</i>	30
<i>Bild 22. Insert Component förfarande, konverterar konturer</i>	31
<i>Bild 23. NSB1 Internal part, paneler, S60</i>	31
<i>Bild 24. Detalj av rundad hörnstolpe, S60</i>	32
<i>Bild 25. Skärning av lucka med låsbeslag inritat, S60</i>	32

<i>Bild 26. Exempel på hur det kan se ut när man börjar bygga upp ritningen</i>	33
<i>Bild 27. Här har parten med position 12 blivit måttsatt enligt maximala yttermått</i>	34
<i>Bild 28. Här finns part 12 i materiallistan</i>	34
<i>Bild 29. En tillverkningsritning av ett skott som sänds ut till snickeriet</i>	35
<i>Bild 30. Origo insatt till vänster och lägst ner</i>	36
<i>Bild 31. Körlinje efter vilket bettet skall köras</i>	36
<i>Bild 32. Körfilen i NC-kod</i>	37